
科学家利用超导量子芯片模拟多种陈绝缘体

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/24166.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

科学家利用超导量子芯片模拟多种陈绝缘体。量子霍尔效应是凝聚态物理学中的基本现象，人们发展了拓扑能带理论来研究此类拓扑物态，发现量子霍尔系统的能带结构是和系统的边界态密切相关的，即存在体相与边缘的对应，并利用陈数来区分不同的拓扑结构，以陈绝缘体来描述相关拓扑物态。陈绝缘体材料可通过第一性原理计算预测，实验合成并检测，过去几年出现了系列创新性成果，并有望发展出具有实用价值的器件。

随着量子系统调控技术的发展，人们也利用各种人工可控量子系统来模拟陈绝缘体并揭示其性质。超导量子计算系统具有运行稳定，通用性强的优势，将是模拟陈绝缘体的理想平台。

近日，中国科学院物理研究所研究员范桁与副研究员许凯团队，联合副主任工程师相忠诚等合作者通力合作，利用集成有30个量子比特的梯子型量子芯片，成功实现了具有不同陈数的多种陈绝缘体的模拟，并展示了理论预测的体边对应关系，成果发表于《自然—通讯》杂志。

合作团队制备了高质量的具有30比特的量子芯片，实验中精确控制其量子比特之间的耦合强度，并降低比特间串扰，实现了一维和梯子型比特间耦合的构型。团队设计的模拟方案是将二维陈绝缘体格点模型的一个维度利用傅里叶变换映射为人工控制相位，从而用一维链状量子比特来实现其模拟。

基于同样的思想，双层二维陈绝缘体则可以利用两个一维链状平行耦合，形成梯子型比特间耦合的量子芯片实现，而人工维度相位控制还可实现双层陈绝缘体不同的耦合方式。这样即实现了不同陈数的陈绝缘体。

陈数是一种拓扑不变量，用于分类物理系统的所处的不同的拓扑相。陈绝缘体是一种具有破坏时间反演对称性的二维拓扑材料。

团队通过激发特定量子比特、测量不同本征态能量的方案，直接测量拓扑能带结构并观测系统拓扑边界态的边界局域的动力学特征，在超导量子模拟平台证实了拓扑能带理论中的体边对应关系。此外，利用全部30个量子比特，在超导量子模拟平台上通过模拟双层结构陈绝缘体，实验上首次观察到了具有零霍尔电导（零陈数）的特殊拓扑非平庸边缘态。另外，实验上还探测到了具有更高陈数的陈绝缘体。

该工作通过精确控制超导量子比特系统及读出的技术方案，实现对量子多体系统拓扑物态性质的复现与观测，也表明团队30比特梯子型耦合超导量子芯片的精确可控性。（来源：中国科学报 韩扬眉）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41467-023-41230-9>

30比特梯子型量子芯片耦合强度信息。(a) 15比特实验中测量到的量子比特间(最近邻和次近邻)的耦合强度信息。(b) 30比特实验中测量到的量子比特间(最近邻、次近邻和对角近邻)的耦合强度信息。(受访者供图)

作者：许凯等 来源：《自然—通讯》

更多科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](https://www.iikx.com)转发